

- 化学物質のリスク (E (Environment) H (Health) S (Safety))
- 化学物質の人の健康や環境への悪影響に関するリスク
リスク=f(有害性、曝露性)
- 有害性情報の種類
- 摂取量と悪影響との関係 (慢性毒性と発がん性、閾値の考え方)
- 日本人の死因と癌の原因
- 生態毒性の種類と評価方法
- 化学物質リスクを考える際の考慮点
 - ①リスク評価の条件と現実との違い
 - ②ものづくりの視点と環境の視点、リスクとベネフィット
 - ③リスクの偏在、リスクを被る人と利便性を受ける人
 - ④リスクとリスク認知の違い
- リスクマネジメントの基本
- 演習 リスクの考え方が必要な理由について列挙してもらい、議論しながらとりまとめてみる。(次回の講義のはじめに、とりまとめたものを示して議論しても良い。)
- 環境中での物質循環と、各媒体での分解と濃縮
- 様々なPOPsと被害事例 (ダイオキシン問題など)
- POPs条約 (残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約)
- 化審法における指定化学物質の判定手順
- 化審法における分解度試験～特徴と試験の意義・課題
- 化審法における濃縮性試験～特徴と試験の意義・課題
- 演習 過去の環境問題についてどのような環境中挙動・曝露経路により健康影響や社会問題が生じたか考えてもらう。
(水俣病、イタイイタイ病、PM2.5、ダイオキシン)

第5回 講義内容例

第5回は、大気汚染の種類とメカニズムについて説明し、大気汚染問題について理解を深めてもらう。

第4回 講義内容例

第4回は、化学物質の環境中挙動と曝露について説明し、化学物質の多様な環境中挙動と多様な曝露経路について理解してもらう。

- 環境中における化学物質の移動と分解プロセス
- 化学物質の一般環境経由での曝露経路図
(排出源が大気、河川・湖沼水、土壌の場合)
- 大気とは？大気汚染とは？ (大気の組成)
- 大気汚染の被害事例と環境基準
- 大気汚染防止法の概要
- ばい煙の排出規制と基準
- 粉じんの排出規制と基準
- 有害大気汚染物質に対する規制と基準、管理対象物質
- 自動車排ガスに対する規制と基準
- 浮遊粒子状物質／微小粒子状物質の規制と基準
- 微小粒子状物質 PM2.5 の発生源

- 粒子粒径と呼吸器内沈着部位と健康影響
- 様々な大気汚染の発生機構と影響
光化学スモッグ
酸性雨～酸性雨はpHがいくつ以下の雨のことか？
オゾン層破壊～紫外線の有害性、フロン有害性と難分解性
地球温暖化、CO₂ 以外の温暖化物質の特徴、難分解性
- 大気汚染による影響の考え方（急性影響と慢性影響、作業環境と一般環境）
- 人以外への被害（植物被害、食物生産量、建物や文化財など）
- 大気汚染物質濃度の経年変化と新たな国際的なオキシダント被害
（農作物の減収と食糧問題）
- 演習 PM2.5 の問題について、リスクの観点も踏まえて対応を考えてもらう。
（社会問題となっている／なった事例を取りあげる）

第6回 講義内容例

第6回は、水質汚濁の種類とメカニズムについて説明し、水質汚濁問題について理解を深めてもらう。

- 水とは？（体内の水分量）
- 水は十分にあるのか？
（地球上の水の量と水不足（安全な水が確保できない人口 1/6））
- 日本の水収支（降水量と使用量、1日に使用する水量の国際比較）
- バーチャルウォーターとは？

- 水質汚濁防止法と水質汚濁の定義
- 水質の環境基準と排出基準
- 環境中での物質循環と、各媒体での分解と濃縮
- 水質汚濁の発生源（点源と非点源（移動発生源と面源））
- 水の物質循環フロー
- 水質汚濁の事例と影響
- 演習 2012年の利根川水系の浄水場でのホルムアルデヒド検出事故について、原因物質が、ヘキサメチレンテトラミンであったことについて、原因や今後の対策についての意見を問う。皆で議論する。
（社会問題となっている／なった事例を取りあげる）

第7回 講義内容例

第7回は、土壤汚染の種類とメカニズムについて説明し、土壤汚染問題について理解を深めてもらう。

- 土壤とは？
- 土壤汚染の社会問題化の契機となった汚染
- 土壤環境基準と地下水環境基準
- 特定有害物質及び指定区域の指定基準（溶出基準、含有量基準）
- 質問 1mLのテトラクロロエチレンが地下水環境基準まで薄められるのに必要な水量はどのくらいか？
～わずか 1mL の PCE をこぼすことで、どれだけの水が汚染されるか考えてもらう。
- 汚染事例件数と対象物質（土壤、地下水、農用地）

- 国内に潜在する汚染サイト数の推計と調査対策費用
- わが国における化学物質汚染の浄化制度
- 土壌汚染対策法の概要と施行状況
- 土壌汚染の特徴（残留性、他の環境媒体の汚染源、発見が困難、特徴的な曝露経路）
- 演習 他の大気や水の汚染とは異なり、汚染原因が環境基準が制定される以前であっても、土地の所有者や汚染行為者が対策を求められます。土地の所有者や購入者、行政は、このような問題に対してどのように対応すべきか？意見を聞き、議論する。（社会問題となっている／なった事例を取りあげる）

第8回 講義内容例

第8回は、化学物質のリスク評価と管理(1)として、環境基準設定の考え方や、不確実性について説明し、基準値の意味を理解してもらおう。

- 環境基準とは？
- 摂取量と悪影響との関係
慢性毒性と発がん性の環境基準設定の考え方、閾値の有無
- 環境基準の設定方法
不確実係数とは？
- 閾値がある場合の環境基準の設定方法（水質、大気）
- 閾値がない場合の環境基準の設定方法（水質、大気）
- 環境基準等の設定事例
ジクロロメタン、ベンゼン、塩化

- ビニルモノマー、ダイオキシン等
- 環境基準と作業環境基準との違い
- 演習 毒性情報等を与えて、実際に環境基準を算出してもらおう。

第9回 講義内容例

第9回は、化学物質のリスク評価と管理(2)として、情報発信とリスクコミュニケーションについて説明し、リスクの正しい理解と必要性について理解してもらおう。

- リスク認知とは？
- リスク認知のバイアスの例
- 化学物質のリスクコミュニケーションとは？（リスクコミュニケーションの定義）
- 化学物質のリスクコミュニケーションにおける10の誤解
- 行政・企業等のための7つの基本原則（米国EPA）
- 市民団体等のための7つの基本原則
- リスクとリスク認知を整合させるためのリスクコミュニケーション
- クライシスコミュニケーションとは
- 演習 不適切なリスクコミュニケーションにより社会問題となった事例を取りあげ、どのようにすべきであったかを議論する。

第10回 講義内容例

第10回は、環境影響評価とLCAについて説明し、各評価方法の理解を深めてもらう。

- 環境アセスメントとは
- 環境アセスメントとライフサイクルアセスメントの定義

- 環境アセスメントの概要
- 環境アセスメント、スクリーニングの手順
- 環境アセスメントの調査、予測、評価の項目（環境要素）
- 戦略的環境アセスメント
- ライフサイクルアセスメントとは（環境アセスメントとの違い）
- LCA の構成（ISO14040/44 による）
- LCA 関連の ISO 規格
- 製品のライフサイクルとライフサイクル的な視点の意義と今後
- 演習 事業者が環境アセスメント／LCAを行うことのメリット、デメリットをまとめなさい。

第 11 回 講義内容例

第 11 回は、資源とバイオマス利活用について説明し、循環型社会構築のためのバイオマスの有用性について考えてもらう。

- バイオマス利活用における効果と課題
- バイオマスの有効利用の例～稲作(麦作)におけるバイオマスの有効利用
- なぜ、農山村で脱バイオマスが進んだのか？
- 国内でのバイオマス利活用の状況
- わが国における国内総生産とエネルギー供給の変化
- ラグーンにおける温室効果ガス排出量実測
- 食用油とバイオ燃料
収量、生産におけるエネルギー資源の消費量

- 自立型地域社会の実現
排水に流出する有機炭素量の比較
プランテーション周りの炭素、窒素および無機肥効成分等の収支
既往研究との GHG 排出量の比較
ラグーンからのバイオガスを回収例
- バイオマスを利用した地域エネルギー自立システム
- バイオマス利活用に関する国家戦略・政策
- バイオマス生産におけるライフサイクルの視点
- バイオマス利活用の先に、どのような社会をめざす？
- バイオマス利活用の要点
- 演習 国内でバイオマス利活用の促進のための方策について、考えてもらい議論する。

第 12 回 講義内容例

第 12 回は、環境管理と対応技術(1)として、排ガス処理技術について説明し、処理の原理や特徴を理解してもらう。

- 大気汚染の主な対策技術
- 燃料の定義、種類および特徴
- 燃料中の窒素及び硫黄含有量
- 排煙脱硫装置
- 脱硫プロセスと代表的な脱硫装置の例
- 排煙脱硝装置
- 脱硝技術と代表的な脱硝装置の例
- ダストの性状
- 集塵技術と代表的な集塵装置の例
- 有害ガスの吸収技術と代表的な装置

の例

- 有害ガスの吸着技術と代表的な装置の例
吸着剤の種類と特徴、吸着等温線
- 演習 ガス吸収やガス吸着の工学的な計算演習

第13回 講義内容例

第13回は、環境管理と対応技術(2)として、水処理技術について説明し、処理の原理や特徴を理解してもらう。

- 水処理の除去目的物質
- 単位操作の分類
- 除去目的物質と処理方式の組み合わせ、各処理技術の原理
- 基本的なプロセスの流れ
- 代表的な水処理システム(浄水処理)
- 代表的な水処理システム(下水処理)
- 代表的な水処理システム(事例：横浜国立大学での水処理と再利用)
- 演習 様々な水中汚濁物質①溶解性易分解性有機物、②溶解性難分解性有機物、③粘土粒子などの懸濁物質、④油が含まれている排水に対して、それぞれどのような順序で組み合せたら良いか。除去対象となる水中汚濁物質との関係を考慮しながら説明せよ。
単位操作：活性汚泥、浮上分離、液液抽出、凝集沈殿、活性炭処理、電気透析、
塩素消毒、スクリーニング、蒸留、自然沈殿

第14回 講義内容例

第14回は、環境管理と対応技術(3)として、土壌汚染対策技術について説明し、処理の原理や特徴を理解してもらう。

- 土壌汚染調査方法：土壌汚染対策法での調査
- 土壌汚染の浄化技術：汚染拡散防止対策
- 土壌汚染の浄化技術：汚染物質除去対策
- 除去対策技術の特徴
- 代表的な除去対策技術の原理と概要
- 自然浄化・自然減衰
- 土壌環境基準の意味と浄化目標値
- 土壌汚染対策の今後の課題
- 実習 検知管を用いた効率的な調査技術である、気化検知管法を体感してみる。

第15回 講義内容例

第15回は環境管理と対応技術(4)として、廃棄物処理、リサイクル技術について説明し、処理の原理や特徴を理解してもらう。

- 廃棄物の定義と種類
- 焼却の歴史と目的
- 廃棄物処理・処分の流れ
- 廃棄物の焼却技術
- 発生抑制の技術
- 中間処理の技術
- 廃棄物の最終処分技術
- 最終処分場の種類
- 埋立処分場の中での化学や工学
- 埋立処分場による環境問題
- 循環・適正処分の各プロセス

- 循環資源のリサイクル
- 環境への排出管理技術と汚染修復技術
- 有害化学物質の環境保全技術
- 持続可能社会を目指した環境問題への対処
- 全体を通じた感想・意見
適切に化学物質が管理され、持続可能社会を実現するための自身の考えや意見をまとめてもらう。

4.2.4 材料・機械安全工学分野

材料・機械安全工学分野に関して本プロジェクトで提案する講義内容の参考例を示す。時間配分や講義内容については参考例であり、実際に講義を実施する者の専門性により、当然異なるものとなる。本プロジェクトでは、引き続き加除修正してバージョンアップを図る。

第1回 講義内容例

第1回は材料・機械安全工学に関する事故統計や過去や最近起きた事故事例を紹介し、この分野の位置付けとこの科目の見通しを明確にする。

- き裂、腐食等に起因する事故の統計
- 材料安全に関する事故事例の紹介と科学的考察
たとえば、
 - リバティ船の事故の概要及び原因・教訓
 - コメット機の事故の概要及び原因・教訓
 - JAL123 便の事故の概要及び原因・

教訓

- 温度サイクルはんだ疲労破壊について
- チップ実装構造のばらつき評価について
- スペースシャトルにおける錫のウイスキーのリスクについて
- 石油貯蔵タンクの腐食による危険物の漏えい事故について
- 土壌埋設水道管の破裂事故について

演習問題例

材料損傷に起因する事故例を1つ調べ、事故の経緯と科学的側面から感想を書きなさい。事故の経緯については順番に箇条書きでまとめなさい

第2-5回 講義内容例

第2-5回にかけて材料の主要な損傷モードである疲労破壊の概要と基礎知識を説明する。

- き裂の有害性について
- 応力集中について
- 疲労について
- 高サイクル、低サイクル疲労について
- パリス則、マイナー則等について
- 実際の事例について
- 演習

第6-9回 講義内容例腐食の定義について

- 腐食反応について
- 腐食反応を構成する電気化学反応について
- 湿食、乾食、腐食形態の例について

- ボルタ電池について
- 実際の事例について
- 演習
例えば、電位-pH 図の解釈

第 10-12 回にかけて信頼性設計についての概要と基礎知識を説明する。

- 鋼材の強度
- 強度データの種類
- 破壊確率について
- 安全率について
- 演習内容

第 13-15 回にかけて信頼性についての概要と基礎知識を説明する。

- 信頼性について
- ETA について
- FTA について
- カットセット、パスセットについて
- 構造重要度について
- 演習

4.3 教育効果を高めるための教材及び手法の模索と試行

4.3.1 教材の改良と教育手法の検討

教育効果を高めるための教材の改良及び教育手法について検討するため、安全工学分野を含む研究集会および公開セミナーなどにより情報収集した。安心・安全の科学研究教育センターでは「教育機関及び企業の安全衛生管理と人材育成」をテーマに挙げて公開セミナーを企画、実施し、教育機関及び企業での効果的な教育手法について情報収集ならびに意見交換の場を設けた。

企業における安全教育の例として、安全衛生教育に重点を置いているある会社では、体験型教育、訓練型教育、決意型教育の項目で教育コンテンツを整理し、思考、行動について具体的な訓練教育を実施し、着任して 1 年後に課題発見のため演習レポートを課すなどの取り組みを実行している。

教育機関の例として、国立高等専門学校では環境・安全教育に注力している学校があり、PBL (Problem-Based Learning) による教育カリキュラム及び教育手法の整備を進めてきた。PBL は学生自身による自己主導型、自己評価型の小グループ学習であり課題解決に主眼を置いている。

実際のカリキュラムにおいては学びの心理学的アプローチとして、外部から知識を受け入れる「行動主義」、概念や知識の構造を自ら構成して理解する「認知主義」、他に存在する知識から共同で創造、共有、活用する「状況主義」の 3 つの学習観に基づく教育手法の組み合わせにより教材を設計している。行動主義と認知主義による基礎知識を基盤に、PBL 手法を取り入れた学生実験により、環境・安全分野での問題点に基づいた課題探求・解決型の自己主導型グループ学習を実施している。自身と周囲を守り、先取りによる安全対策を提言できる人材の育成を目標としている。

安全教育の効果的な実施について地震防災をテーマにした研究集会では多様な研究事例が報告されており、教師から一方向で学生に対して知識を与える形式の教育手法、少人数グループで体験する避難あるいは事故対応シミュレーションゲーム、パンフレット改良と活用、教育前後の意識調査による効果測定による検証などであり、教育効果向上、

安全意識向上に向けて、小グループで専門家および参加者同志の双方向型の交流、実体験を組み込んだ教育手法が注目されていた。

災害分析手法 PFA (Progress Flow Analysis) を用いた化学災害事例分析「安全工学研究発表会 (2011、産総研・和田有司氏他)」によれば、産総研でリレーショナル化学災害データベース (RISCAD) を構築しており、RISCAD では PFA (Progress Flow Analysis) 手法を用いて原因抽出、対応策、教訓の導出により事故の進展を解析し、事故進展フロー図を作成して視覚的に解り易く図示している。

これまでに、プラント保安担当や技術者を対象にした PFA による事故事例分析ワークショップを開催したことがあり、事故分析を習得し、安全意識を高めることを目的にグループメンバー全員で事故を理解して議論する土台として有効なツールであることが解った。運営スタッフが「例えば何々に問題はありますか？」と発言を誘導し、次第に活発な状況になった。設計、運転、保全担当者などが混在したグループメンバー構成は多様な視点で議論でき、運営側にも新たな知見が得られた。

4.3.2 演習における改善と試行

4.3.1 に記載した内容を考慮し、教育手法の模索として、新規の内容の演習を実施した。

リスク分析手法の一つである HAZID を簡略化して応用した大学キャンパスの潜在危険について検討するワークショップ形式とし、演習のタイトルを「PBL によるリスクアセスメント」とした。

HAZID とは、ガイドワードを用いて、専門家が集まって事故発生から被害へのシナ

リオと結果を考え、各ハザードに対するリスク評価を行い、ブレインストーミングでプラントなどの危険源を定性的に解析する手法である。

本演習では、横浜国立大学のキャンパスを題材に、レイアウトの視点で地震などの自然現象や台風など過酷な気象の条件ごとにハザードを抽出、整理し、想定可能な事故について、発生から被害へのシナリオと結果を考えリスク評価を行い、定性的に解析した。

また、PBL の観点で本演習の効果について検討した。本演習の目的と概要、実施内容の整理と考察について表 4.1-4.2 に示す。

本演習において、教員の役割はファシリテータとして、個々の意見を引き出すことであり、全体の進行、意見の取りまとめを効率的に進めた。今後、学生の感性をさらに高めるには、少人数グループ形式で学習共同体として参加者双方向の学び合いについて工夫の余地がある。

表 4.1 「PBL によるリスクアセスメント」の目的と概要

目 標	<ul style="list-style-type: none"> ・HAZID (Hazard Identification Study) という手法を知る。 ・HAZID 短縮版体験のプロセスで、ハザードの存在に気づく感性を磨きリスクに関する概念を学ぶ。
項 目	<ul style="list-style-type: none"> ・キャンバスマップで施設、設備のレイアウトについてガイドワードの条件でハザード抽出。 ・リスクマトリクスによるリスク評価。 ・頻度、影響度の程度を下げリスクレベル低減を検討。 ・優先的に対応が必要なシナリオの選定、追加安全対策検討対象の選定、対策の効果の検証。 ・学生の発言を促し参加者相互にリスク、対策を検討。

表 4.2 本演習の実施内容の整理と考察

流れ	方法	受講者の様子
概要説明	教員が一方的に説明し、リスク評価基準を教員主導で決める。	受け身で聞く。聞きながらメモをとる個人作業。
ガイドワードの説明		受動的に静かに説明を聞く。
ハザード抽出とリスクアセスメント	ブレインストーミングで表を埋める。教員が「なんでも出すように」と促して進行。	学生の発言が出やすい状況作り 学生相互に会話はなく活発な学生と静かな学生の数は半々。
	休憩	ワーク中発言の少ない3名中2名が雑談。
費用対効果が高いもの、すぐできるもの、高リスクで早急に対処すべきハード面の対策を検討。	一人3つ考える。	各々の3つを挙げ、説明する
振り返り	PBLの実践経験のあるオブザーバから講評、授業を良くするための助言。	どのように関わったか回想しコメントを述べた。

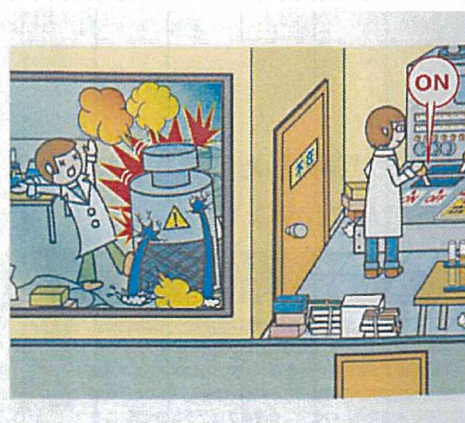
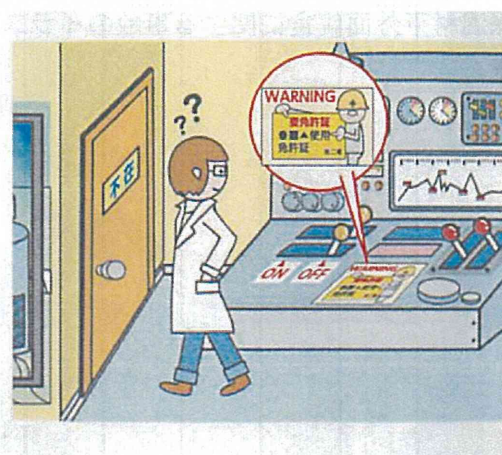
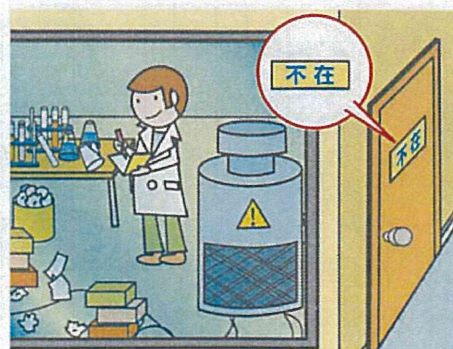
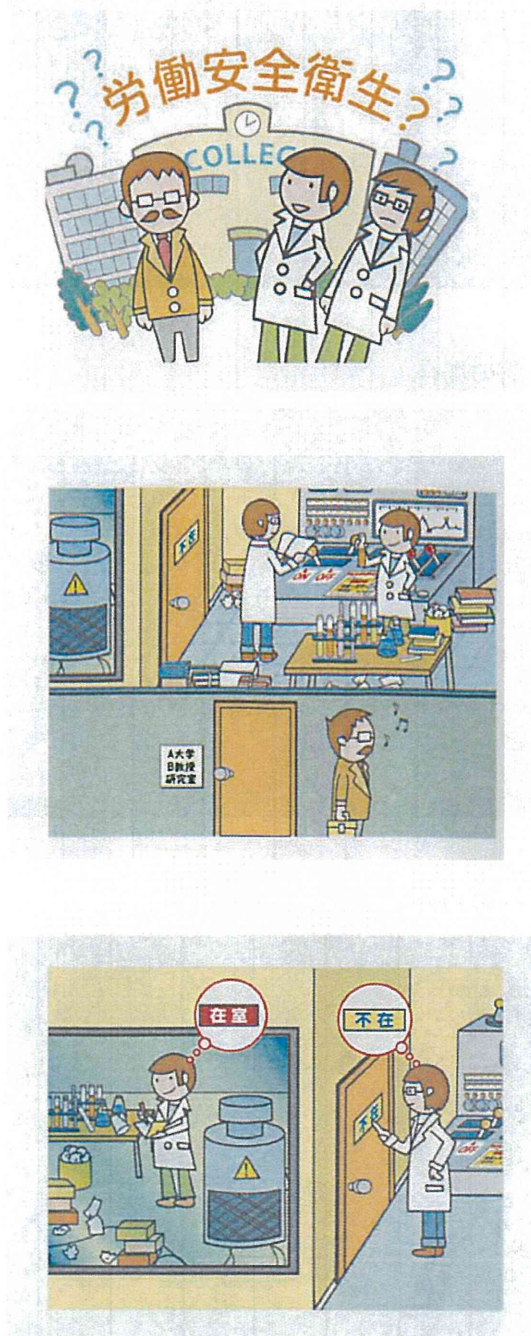
4.3.3 ビジュアルコンテンツの開発

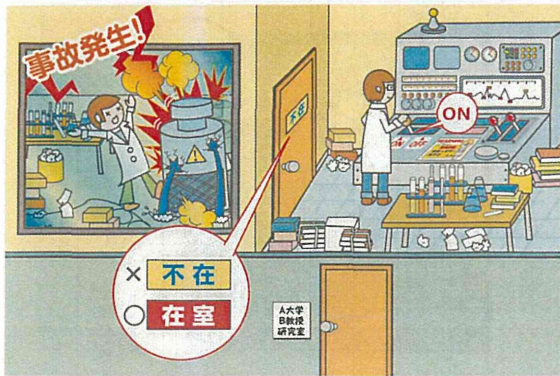
研究機関、教育機関の安全に関する研究者あるいは安全管理スタッフと意見交換し、事故の結果だけでなく事故に至る経緯を学ぶこと、視覚的な工夫が重要であると意見があった。このため、学生の関心を高めるためもあり、親しみやすい教材として、大学実験室の事故経緯のイラスト化、本グループで開発された既存のビデオ教材を利用し、ストーリーに適用した問題を挿入し、知識の定着を図った(章末参考資料参照)。

参考資料

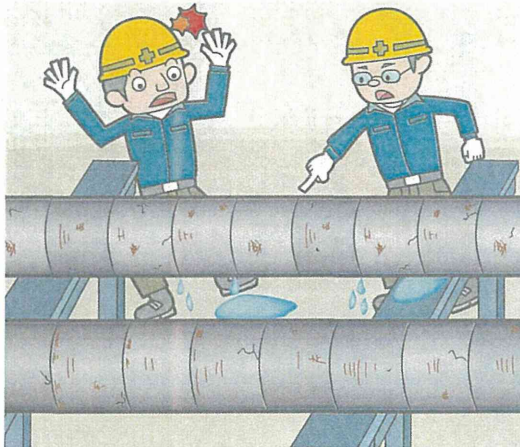
安全工学教育プログラムに関するビジュアルコンテンツ

労働安全衛生に関する大学実験室の事故経緯のイラスト化





保温材下外面腐食に関する事故のイラスト化



本グループが開発したビデオ教材を利用したビジュアルコンテンツ

これは、文部科学省科学技術振興調整費科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進プログラムに「事業者の化学物質リスク自主管理の情報基盤」で作成された動画に、厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）「大学等教育研究機関における就業前及び若手技術者向けの安全工学教育プログラムの提案」において問題文を作成し、挿入したものです。

問題文等の情報については、万全なものとなるよう取り組んでおりますが、その内容を保証するものではありません。

また、本学は利用者が本情報を用いて行う一切の行為について、何ら責任を負うものではありません。

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

問題 1

以下のラベルのうち、混合危険が一番高い酸化性液体を示す GHS のラベルを選びなさい。

問題 1
以下のラベルのうち、混合危険が一番高い酸化性液体を示す GHS のラベルを選びなさい。

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

誤答の場合

問題 1
以下のラベルのうち、混合危険が一番高い酸化性液体を示す GHS のラベルを選びなさい。

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

正答の場合

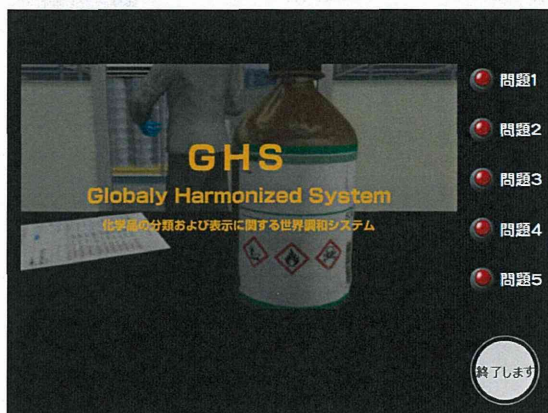
問題 1
以下のラベルのうち、混合危険が一番高い酸化性液体を示す GHS のラベルを選びなさい。

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

問題 1 解説

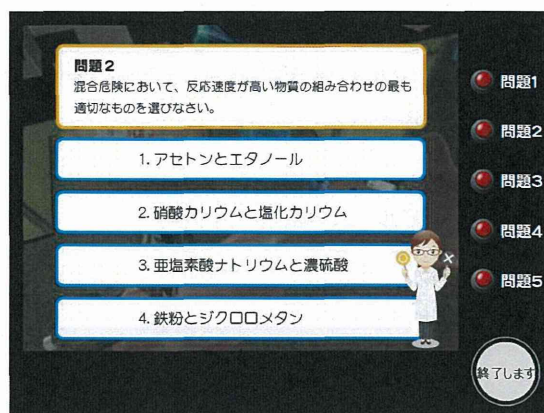
GHS(化学品の分類および表示に関する世界調和システム)には、他にもこのようなものがあります。覚えておくとよいでしょう。



問題 2

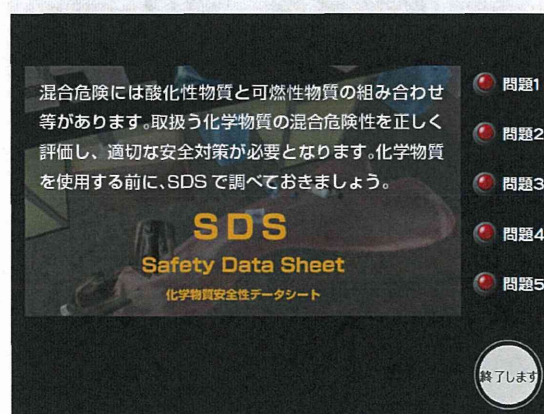
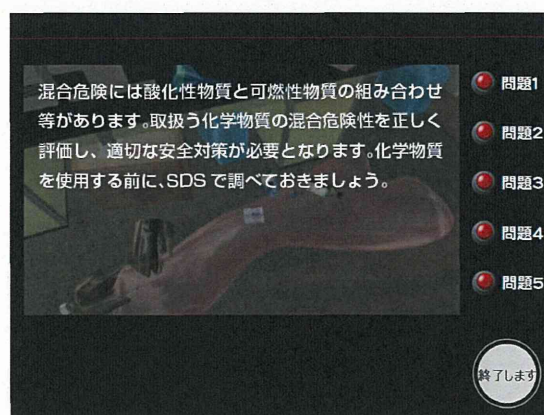
混合危険において反応速度が高い物質の組み合わせの最も適切なものを選びなさい。

- 1.アセトンとエタノール
- 2.硝酸カリウムと塩化カリウム
- 3.亜塩素酸ナトリウムと濃硫酸
- 4.鉄粉とジクロロメタン



問題 2 解説

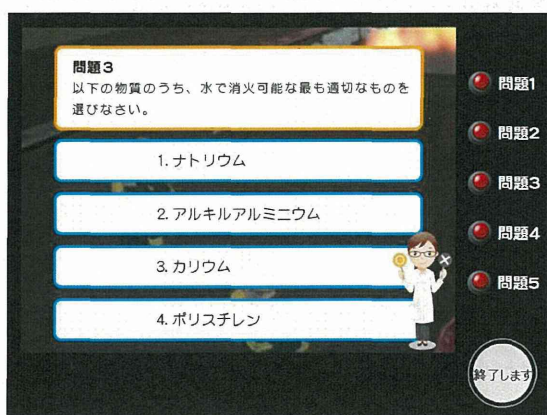
混合危険には酸化性物質と可燃性物質の組み合わせ等があります。取扱う化学物質の混合危険性を正しく評価し、適切な安全対策が必要となります。化学物質を使用する前に、SDS(化学物質安全性データシート)で調べると良いでしょう。



問題 3

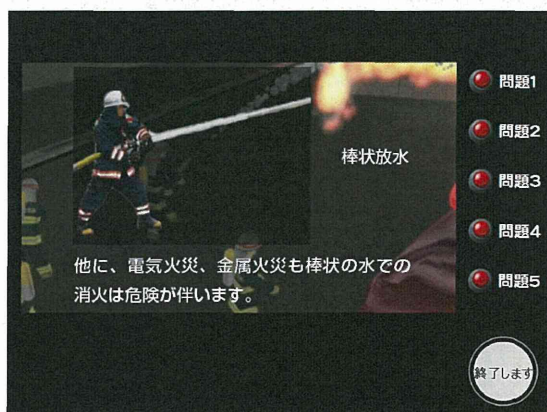
以下の物質の内、水で消火可能な最も適切なものを選びなさい。

1. ナトリウム
2. アルキルアルミニウム
3. カリウム
4. ポリスチレン



問題 3 解説

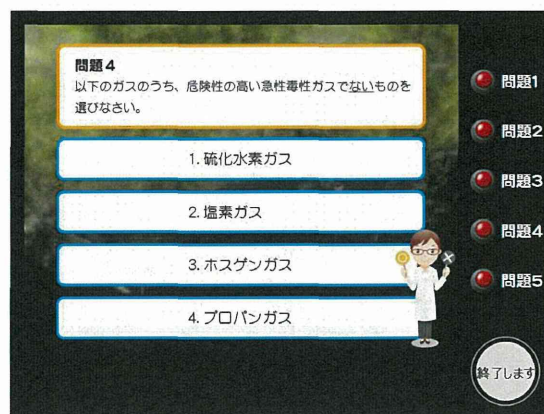
他の物質は棒状の水での消火には危険が伴います。他に、電気火災、金属火災も棒状の水での消火は危険が伴います。



問題 4

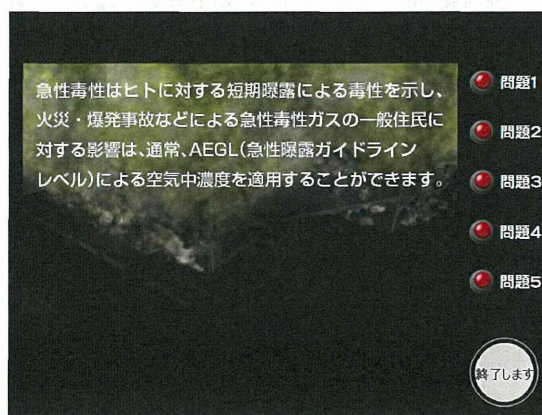
以下のガスのうち、危険性の高い急性毒性ガスでない(無いに下線(強調するため))ものを選びなさい。

1. 硫化水素ガス
2. 塩素ガス
3. ホスゲンガス
4. プロパンガス



問題 4 解説

急性毒性はヒトに対する短期曝露による毒性を示し、火災・爆発事故などによる急性毒性ガスの一般住民に対する影響は、通常、AEGL(急性曝露ガイドラインレベル)による空气中濃度を適用することができます。これは、5つの曝露時間とそれぞれに対する健康被害を3段階の濃度(AEGL-1, AEGL-2, AEGL-3)で表しています。



急性毒性はヒトに対する短期曝露による毒性を示し、火災・爆発事故などによる急性毒性ガスの一般住民に対する影響は、通常、AEGL(急性曝露ガイドラインレベル)による空气中濃度を適用することができます。

AEGL
Acute Exposure Guideline Level
急性曝露ガイドラインレベル

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

問題 5

化学物質によるリスクを考える上で、考慮される項目の組み合わせの最も適切なものを選びなさい。

問題 5
化学物質によるリスクを考える上で、考慮される項目の組み合わせの最も適切なものを選びなさい。

1. 閾値と蓄積性
2. 毒性と曝露性
3. 毒性と蓄積性
4. 毒性と分解性

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

1. 閾値と蓄積性
2. 毒性と曝露性
3. 毒性と蓄積性

4. 毒性と分解性

問題 5 解説

化学物質のリスクは、**毒性と曝露性(摂取量)**とで評価されます。事故時のリスクを考える場合には、**短期間曝露される際の毒性影響をどのように評価するかを検討する必要があります。**

化学物質のリスクは、**毒性と曝露性(摂取量)**とで評価されます。事故時のリスクを考える場合には、**短期間曝露される際の毒性影響をどのように評価するかを検討する必要があります。**

リスク=毒性×曝露性(摂取量)

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

問題1
問題2
問題3
問題4
問題5

終了します

第5章 まとめと今後の課題

5.1 今年度のまとめ

本年度は、就業前教育の一環として実施できる効果的な安全工学教育プログラムとして燃焼、火災、爆発、混触などを中心に扱う化学安全工学、大気・土壌・河川などの環境汚染と浄化及び化学物質の管理に係る環境安全工学、座屈、疲労による破壊や腐食及び非破壊検査や防食方法などの対策を中心に扱う材料安全工学の3つの柱からなる専門プログラムに、包括的なリスク/危機管理を加えた6単位相当の教育プログラムパッケージを開発した。

学生の教育受容性や理解・達成度等をアンケート及び事前事後の意識調査を行うためのアンケートテンプレートの開発と学生の教育受容性や安全工学の基礎的事項に関する理解度調査を在学生約300名に対し実施してその状況を解析した。安全工学に対する関心や自己のキャリア形成に必要と考える学生が大半を占める一方、基礎的な事項に関する理解が浅い点も多く存在することが判明した。

国外調査としてイギリスのアバディーン大学、シェフィールド大学における安全工学教育プログラムの詳細な調査を行った。その結果、産業界と密接に連携した1週間の集中的なモジュール教育が重要なことになった。しかしながら、産業分野を限定した上で民間企業からの実務家教員で構成されるプログラムが多く、安全工学を包括的に扱う教育プログラムは整備されていないことが明らかとなった。

国内調査においても学部レベルでも共通的な安全工学プログラムを実施する教育機関等はほとんど認められないため、包括的内

容を有し、かつコンパクトな安全工学教育モジュールの構築が非常に重要であることが分かった。

研究チームが保有する教育資源を活用して開発した安全工学教育基盤モジュールは、化学安全・環境安全・材料安全とそれを包括するリスクに関する教育カリキュラムから構成される。この教育プログラムは安全に関する高い意識をもった技術者の育成とその結果としての労働災害の減少に十分資するものと考えられる。

我が国の先端技術の安全レベルや信頼性が一層向上すれば、国際競争力強化と雇用促進の一助にもなると考えられる。各企業においてOJTを実施する体力が減少している近年の経済情勢の中、卒業後に産業界にて主体となって活動する将来の技術者に対して、適切な安全についての教育を事前に実施することができるため、各企業における労働災害自主管理に貢献するものと期待される。

5.2 今後の課題

平成25年度においては、平成24年度に開発した教育プログラムに関する評価を以下のように産業界へのアンケートにより行い、学生のエンプロイヤビリティの向上に資するための情報抽出と教育プログラムの強化を図る。

- ・ 現在産業界において産業安全及び労働安全管理において指導的な立場にある工学部安全工学科OB、学協会における専門家、公的研究機関協会の専門家を招聘し、前年度開発を行った教育プログラムの評価検討チームを結成し、問題点などを明確化する。
- ・ 京浜京葉工業地帯に所在するモノづく

り企業に対するアンケート及びヒヤリング調査も行い、就業前教育として企業ニーズに合致しているかを評価する。

- ・ 企業において新卒社員や中堅技術者の安全意識を向上させる教育プログラムがどのような形で実践されているかを詳細に調査するとともに企業ニーズが高いにもかかわらず効果的に実施されていないような潜在ニーズの高い教育内容に関する情報を抽出する。

これらの知見に基づき、化学安全工学、環境安全工学、材料安全工学の各ユニット部分を更に強化し、改訂を行う。

なお、初年度の調査においても労働安全衛生教育との接点は重要であることが示唆されており、この部分に関しては第1種衛生管理者等からの知見を活用する。

最終年度は、上記で明確化された実践的な職業人教育としての安全教育のあり方に沿って、社会人若手技術者を対象とした安全工学教育プログラムへの拡充を行う。

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
—	—	—	—	—	—	—	—

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
小林 剛, 岡崎慎司, 笠井尚哉, 熊崎美枝子, 鈴木雄二	横浜国大でのリスク管理技術者養成教育とリスクアナリストへの学会による支援の期待	日本リスク研究会第25回年次大会講演論文集	Vol.25, Nov.9-11	P.75	2012

